

09/446875

14.08.98

PCT/NL 98/00371

19 AUG 1998

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 26 juni 1997 onder nummer 1006404,
ten name van:

BTG BIOMASS TECHNOLOGY GROUP B.V.

te Enschede

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het thermisch behandelen van een koolstofhoudend materiaal bevattende,
waterige oplossing en inrichting daarvoor.".

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 4 augustus 1998.

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom.
voor deze,

K.H. Korving.

10 06 404

B. v. d. I. E.

27 JUNI 1997

SAMENVATTING

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het thermisch behandelen van te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof onder oplevering van een brandbaar gas. Volgens de uitvinding geschiedt de omzetting van het koolstofhoudende materiaal tot brandbaar gas onvolledig, en wordt het nog niet omgezette koolstofhoudende materiaal geoxideerd door toevoer van zuurstof. De warmte die bij de oxidatie vrijkomt wordt benut voor het instandhouden van de vergassing.

Werkwijze voor het thermisch behandelen van een koolstofhoudend materiaal bevattende, waterige oplossing en inrichting daarvoor

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het thermisch behandelen van een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof, onder oplevering van een brandbaar gas.

5 Het is in het vak reeds geruime tijd bekend om koolstofhoudend materiaal, zoals kolen, in aanwezigheid van water bij verhoogde temperatuur en druk te vergassen. Hierbij wordt een suspensie van kolen in water sterk verhit, onder oplevering van een methaan-, koolmonoxide- en waterstofhoudend brandbaar gas.

10 De onderhavige uitvinding heeft tot doel de bekende werkwijze te verbeteren, en in het bijzonder de energie-efficiency ervan. Daarenboven heeft de werkwijze volgens de uitvinding tot doel de controle over het de thermische behandeling te verbeteren.

15 De werkwijze volgens de uitvinding omvat de stappen van:

i) het aan een reactor met een behandelingstraject toevoeren van de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof;

20 ii) het bij verhoogde temperatuur in aanwezigheid van water in het behandelingstraject vergassen van koolstofhoudend materiaal onder oplevering van een brandbaar gas en een aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

25 iii) het scheiden van het brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

iv) het toevoeren van een zuurstofomvattend gas aan de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof, waarbij zuurstof reageert met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte; en

30 v) het overdragen van de warmte aan te vergassen koolstofhoudend materiaal.

Volgens de uitvinding wordt een aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof gevormd. Na afscheiding van brandbaar gas wordt zuurstof aan deze vloeistof toegevoerd. Nog in de vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal wordt

5 hierdoor verbrand, onder oplevering van warmte die wordt gebruikt om het vergassingsproces gaande te houden. De warmte komt daarbij vrij op een plaats waar de warmte efficiënt kan worden overgedragen. De werkwijze volgens de onderhavige uitvinding heeft tevens een zelfsturend karakter. Bijvoor-

10 beeld, indien in eerste aanleg te weinig koolstofhoudend materiaal wordt vergast, blijft er meer koolstofhoudend materiaal over voor oxidatie en zal de temperatuurverhoging die daar het gevolg van is de vergassing bevorderen. Omgekeerd, indien teveel koolstofhoudend materiaal wordt vergast, blijft

15 minder koolstofhoudend materiaal over voor oxidatie, en worden temperatuurexcursies voorkomen. Tenslotte wordt met de werkwijze volgens de uitvinding een althans nagenoeg volledige omzetting van al het oorspronkelijk aanwezige koolstofhoudende materiaal verzekerd.

20 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm geschiedt het vergassen in stap ii) bij een temperatuur en druk gelijk aan of groter dan de kritische temperatuur en druk van water.

Bij kritische omstandigheden is er volledige menging tussen gevormd brandbaar gas en water, waardoor een goede

25 warmteoverdracht aan nog te vergassen koolstofhoudend materiaal verzekerd is.

Volgens een verdere voorkeursuitvoeringsvorm worden voor het uitvoeren van stap iii) het te scheiden brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige

30 vloeistof uit de reactor gevoerd en afgekoeld onder oplevering van brandbaar gas en afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof.

Het verlagen van de temperatuur heeft tot gevolg dat het brandbare gas aan waterdamp wordt verarmd. Door het uit

35 de reactor voeren wordt het mogelijk de scheiding bij verlaagde druk uit te voeren, waardoor desgewenst de opbrengst aan brandbaar gas kan worden verhoogd.

Een gunstige uitvoeringsvorm hiervan omvat het afkoelen in tegenstroom met afgekoelde, aan koolstofhoudend

materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof onder oplevering van opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof.

5 Aldus kan op energiezuinige wijze de aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof in temperatuur worden verhoogd.

10 Volgens een zeer gunstige uitvoeringsvorm wordt het zuurstofomvattende gas in de opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof gebracht, zuurstof reageert met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte, welke warmte wordt afgestaan aan te vergassen van koolstofhoudend materiaal.

15 Door de verarmde vloeistof op te warmen alvorens zuurstof toe te voeren, kan doelmatige een zeer hoge temperatuur worden bereikt. Indien de verarmde vloeistof tot boven de kritische temperatuur en druk wordt verhit, kan de zuurstof op eenvoudige wijze volledig homogeen met de verarmde vloeistof worden gemengd.

20 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm wordt het brandbare gas in een verbrandingsinrichting verbrand onder oplevering van elektriciteit en warmte.

25 Aldus wordt de energie-inhoud van het te vergassen koolstofhoudende materiaal, dat een afvalstof kan zijn, benut.

Volgens een zeer gunstige uitvoeringsvorm wordt de bij het verbranden vrijgekomen warmte benut voor het in tegenstroom verhitten van een te verwarmen vloeistofstroom.

30 Volgens een verdere uitvoeringsvorm wordt de warmte benut voor het in tegenstroom verhitten van afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof.

Door deze maatregelen wordt de energie-efficiency van de werkwijze volgens de uitvinding verder verbeterd.

35 Met de werkwijze volgens de uitvinding kan een verscheidenheid aan koolstofhoudende materialen worden vergast, zoals in water gesuspenderde versnipperde biomassa, steenkool, of turf. Een interessante toepassing betreft het vergassen van drijfmest en in water gesuspenderde mest.

Het met de werkwijze volgens de uitvinding behandelen van drijfmest of mest betekent enerzijds het benutten van de energie-inhoud ervan, en anderzijds worden problemen op het gebied van mestopslag, milieuverontreiniging en ziekte-
 5 verspreiding opgelost.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een inrichting voor het toepassen van de werkwijze volgens de uitvinding.

De inrichting voor het thermisch behandelen van een
 10 te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof onder oplevering van een brandbaar gas en een aan te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende verarmde vloeistof, volgens de onderhavige uitvinding omvat een vergassingsreactor met een in hoofdzaak langwerpige eerste kamer
 15 en een in hoofdzaak langwerpige tweede kamer, de eerste kamer een toevoeropening voor de thermisch te behandelen te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof omvat, de eerste kamer en de tweede kamer van elkaar worden gescheiden door een warmtegeleidende wand, welke warmtegelei-
 20 dende wand een behandeltraject definieert waarlangs de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof en een door thermische behandeling aan te vergassen koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof na afscheiding van het brandbare gas in tegenstroom kunnen worden gevoerd,
 25 de inrichting verder middelen voor het scheiden van het brandbare gas en de door thermische behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof alsmede een afvoer voor het brandbare gas omvat, de tweede kamer verder is voorzien van een inlaatopening voor het via een leiding en door middel
 30 van een pomporgaan onder verhoogde druk toevoeren van zuurstofomvattend gas aan de van het brandbare gas afgescheiden, door thermisch behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof, en een uitlaatopening voor een aan een thermische behandeling en een oxidatie onderworpen vloeistof.
 35 Een dergelijke inrichting maakt een energetisch efficiënte, zelfsturende thermische behandeling van te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende vloeistof mogelijk.

Volgens een gunstige uitvoeringsvorm omvatten de middelen voor het scheiden van het brandbare gas en de door thermische behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof een warmtewisselaar.

5 Aldus kan het brandbare gas met verhoogde efficiëntie van de aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof worden afgescheiden.

Bij voorkeur omvat de inrichting volgens de uitvinding middelen voor het verbranden van het brandbare gas onder oplevering van elektriciteit en warmte.

10 Aldus kan, bijvoorbeeld uit een uit milieu-oogpunt lastig op te ruimen afvalstof zoals mest maar ook GFT, actief slib, bermgras enz., hoogwaardige energie worden verkregen.

Volgens een verdere gunstige uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de uitvinding, omvat de inrichting verder een warmtegeleidend oppervlak voor het aan ten minste één kamer overdragen van bij de verbranding vrijgekomen warmte.

20 Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm omgeeft de eerste kamer in de lengterichting de tweede kamer in hoofdzaak en omgeeft het warmtegeleidende oppervlak in de lengterichting de eerste kamer in hoofdzaak.

Dergelijke inrichtingen zijn energetisch efficiënter.

25 De uitvinding zal thans worden toegelicht aan de hand van de volgende figuurbeschrijving en onder verwijzing naar de bijgaande tekening, waarbij

fig. 1 een schematische weergave is van een inrichting geschikt voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding is; en

30 fig. 2 een deel van een inrichting geschikt voor het uitvoeren van de werkwijze volgens de uitvinding schematisch weergeeft.

Thans wordt verwezen naar fig. 1, waarin een reactor 1 is weergegeven met een inlaat 2 voor een thermisch te behandelen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof. Deze vloeistof kan worden bereid in een vat 3 waarin water (H_2O) wordt gebracht alsmede een koolstofhoudend materiaal C. Dit koolstofhoudende materiaal kan versnipperde biomassa, kolen, mest enz. zijn. Een oplossing of suspensie

van het koolstofhoudende materiaal in water wordt door middel van een pomp 4 via de inlaat 2 als de thermische te behandelen, koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof in de reactor gebracht. De inlaat 2 mondt uit in een langwerpige eerste kamer 5 welke door een warmtegeleidende wand 6 is afgescheiden van een tweede kamer 7. Althans een deel van het koolstofhoudende materiaal wordt in de eerste kamer 5 vergast onder oplevering van een mengsel van brandbaar gas en een aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof. Dit mengsel verlaat, in de hier weergegeven uitvoeringsvorm, de reactor 1 via uitlaat 8 en komt terecht in een warmtewisselaar 9, waarin het mengsel wordt afgekoeld. Dit afkoelen bevordert de scheiding tussen brandbaar gas en aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof. In vat 10 wordt de verarmde vloeistof gescheiden van het brandbare gas. Dit brandbare gas kan via een leiding 11 naar een inrichting 12 worden gevoerd, welke inrichting 12 geschikt is voor het opwekken van elektriciteit. De inrichting 12 kan een turbine omvatten, een verbrandingsmotor of, in combinatie met een reformer voor het verhogen van het waterstofgehalte in het gas, een brandstofcel.

De aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof uit vat 10 kan via de warmtewisselaar 9 worden opgewarmd en met behulp van pomp 13 onder verhoogde druk in de tweede kamer 7 worden gebracht.

Een zuurstofhoudend gas, zoals bij voorkeur lucht, wordt via een pomp 14 en inlaat 15 in de tweede kamer 7 gebracht. De zuurstof reageert met nog in de verarmde vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte. Deze warmte wordt via de warmtegeleidende wand 6 aan de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof overgedragen. Bij voorkeur heersen in de tweede kamer nabij de inlaat 15 superkritische omstandigheden, waardoor de menging van zuurstof met aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof op eenvoudige wijze homogeen geschiedt.

Het verschaffen van de voor vergassing benodigde energie door oxidatie van overgebleven koolstofhoudend materiaal levert een in hoge mate zelfgecontroleerd thermisch behandelingsproces op.

De aan een oxidatie door zuurstof onderworpen en daardoor in wezen geen (oxideerbaar) koolstofhoudend materiaal meer bevattende vloeistof beweegt in tegenstroom met de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof, en staat aldus efficiënt warmte af. De afgekoelde, in wezen koolstofhoudend materiaalvrije vloeistof verlaat de reactor 1 via uitlaat 16 en komt, in de weergegeven uitvoeringsvorm, in een vat 17 waar schoon water, dat kan worden afgevoerd of worden gebruikt voor het bereiden van een koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof, en inerte gassen, zoals bij de oxidatie gevormd kooldioxide en eventueel stikstofgas, worden gescheiden.

Met voordeel bevat de thermisch te behandelen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof een katalysator die de vorming van brandbaar gas bevordert. Deze katalysator kan de vorm hebben van een ion of een edelmetaal-deeltje, dat, indien het schone water uit vat 17 weer wordt gebruikt voor het bereiden van suspensie, in een of meer malen in kringloop kan worden gehouden, totdat het schone water teveel uit koolstofhoudend uitgangsmateriaal afkomstige anorganische zouten bevat en geheel of gedeeltelijk moet worden afgevoerd of opgewerkt.

Desgewenst omvat de inrichting volgens de uitvinding ook middelen (niet weergegeven) voor het benutten van de drukenergie. Deze kan hetzij worden benut voor het opwekken van elektriciteit, hetzij voor het vergemakkelijken van de terugvoer van aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof in de reactor 1, in het bijzonder in tweede kamer 7 daarvan. Zo kan voor het terugvoeren in de tweede kamer 7 bijvoorbeeld drukenergie van het gas dat het vat 10 verlaat worden gebruikt. Ook de drukenergie van de vloeistof die het vat 17 verlaat kan worden benut voor het verlichten van de arbeid van pomp 4 of voor het opwekken van elektriciteit.

Een alternatieve uitvoeringsvorm van een inrichting volgens de uitvinding geschikt voor de werkwijze volgens de uitvinding is schematisch weergegeven in fig. 2. Het hiervoor beschreven mengsel dat de uitlaat 8 verlaat wordt in warmte-wisselaar 9 afgekoeld. De hierbij vrijkomende warmte-energie wordt benut voor het opwarmen van thermisch te behandelen

koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof in
warmtewisselaar 9'. Warmtewisselaar 9 en 9' zijn met voordeel
dezelfde warmtewisselaar. Het afgekoelde mengsel, dat een
hoge druk bezit, kan worden geëxpandeerd over een turbine 19,
5 waardoor elektrische energie kan worden opgewekt. Het gas kan
vervolgens, onder toevoer van een zuurstofomvattend gas,
gebruikelijk lucht, worden verbrand. Dit kan in een tweede
turbine 20 geschieden, onder oplevering van warmte en elek-
tricititeit. De nog hete verbrandingsgassen uit de turbine 20
10 worden, in de weergegeven uitvoeringsvorm, benut voor het in
tegenstroom verhitten, in een warmtewisselaar 21, van aan
koolstof verarmde vloeistof uit vat 10. Deze vloeistof wordt
met behulp van een pomp 22 in de tweede kamer 7 gebracht.
Tussen het vat 10 en de turbine 19 kan een warmtewisselaar 23
15 zijn geplaatst voor het opwarmen van uit het vat 10 afkomstig
brandbaar gas, waardoor de druk en daarmee het rendement over
turbine 19 verder kan worden verhoogd. De benodigde warmte is
met voordeel afkomstig van de stroom die via warmtewisselaar
23', die met voordeel dezelfde is als warmtewisselaar 23, de
20 tweede kamer 7 verlaat.

De verbrandingsgassen kunnen, binnen het kader van
de onderhavige uitvinding, ook worden toegevoerd aan een
verdere inrichting voor het thermisch behandelen van een
vloeistof, zoals een te vergassen koolstofhoudend materiaal-
25 bevattende vloeistof, welke inrichting beschikt over een de
warmte geleidende scheidingswand tussen een eerste kamer en
een tweede kamer, alsmede een warmtegeleidend oppervlak voor
het overdragen van warmte van verbrandingsgas op koudere
vloeistof.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het thermisch behandelen van een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof, onder oplevering van een brandbaar gas, welke werkwijze de stappen omvat van:

5 i) het aan een reactor met een behandelingstraject toevoeren van de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof;

10 ii) het bij verhoogde temperatuur in aanwezigheid van water in het behandelingstraject vergassen van koolstofhoudend materiaal onder oplevering van een brandbaar gas en een aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

15 iii) het scheiden van het brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof;

iv) het toevoeren van een zuurstofomvattend gas aan de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof, waarbij zuurstof reageert met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal onder oplevering van warmte; en

20 v) het overdragen van de warmte aan te vergassen koolstofhoudend materiaal.

25 2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het vergassen in stap ii) geschiedt bij een temperatuur en druk gelijk aan of groter dan de kritische temperatuur en druk van water.

30 3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat voor het uitvoeren van stap iii) het te scheiden brandbare gas en de aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof uit de reactor worden gevoerd en worden afgekoeld onder oplevering van brandbaar gas en afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof.

35 4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het afkoelen in tegenstroom geschiedt met afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof onder oplevering van opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal en brandbaar gas verarmde vloeistof.

5. Werkwijze volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk, dat het zuurstofomvattende gas in de opgewarmde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde waterige vloeistof wordt gebracht, zuurstof met in de verarmde waterige vloeistof aanwezig koolstofhoudend materiaal reageert onder oplevering van warmte, welke warmte wordt afgestaan aan te vergassen van koolstofhoudend materiaal.

6. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat het brandbare gas in een verbrandingsinrichting wordt verbrand onder oplevering van elektriciteit en warmte.

7. Werkwijze volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de bij het verbranden vrijgekomen warmte wordt benut voor het in tegenstroom verhitten van een te verwarmen vloeistofstroom.

8. Werkwijze volgens conclusie 6 of 7, met het kenmerk, dat de warmte wordt benut voor het in tegenstroom verhitten van afgekoelde, aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof.

9. Werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende, waterige vloeistof wordt gekozen uit de groep van drijfmest en in water gesuspendeerde mest.

10. Inrichting voor het thermisch behandelen van een te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof onder oplevering van een brandbaar gas en een aan te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende verarmde vloeistof, welke inrichting een vergassingsreactor omvat met een in hoofdzaak langwerpige eerste kamer en een in hoofdzaak langwerpige tweede kamer, de eerste kamer een toevoeropening voor de thermisch te behandelen te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof omvat, de eerste kamer en de tweede kamer van elkaar worden gescheiden door een warmtegeleidende wand, welke warmtegeleidende wand een behandeltraject definieert waarlangs de te vergassen koolstofhoudend materiaalbevattende waterige vloeistof en een door thermische behandeling aan te vergassen koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof na afscheiding van het brandbare gas in tegenstroom kunnen worden gevoerd, de inrichting verder

5 middelen voor het scheiden van het brandbare gas en de door
thermische behandeling aan koolstofhoudend materiaal verarmde
vloeistof alsmede een afvoer voor het brandbare gas omvat, de
tweede kamer verder is voorzien van een inlaatopening voor
10 het via een leiding en door middel van een pomporgaan onder
verhoogde druk toevoeren van zuurstofomvattend gas aan de van
het brandbare gas afgescheiden, door thermisch behandeling
aan koolstofhoudend materiaal verarmde vloeistof, en een uit-
laatopening voor een aan een thermische behandeling en een
15 oxidatie onderworpen vloeistof.

11. Inrichting volgens conclusie 10, met het ken-
merk, dat de middelen voor het scheiden van het brandbare gas
en de door thermische behandeling aan koolstofhoudend materi-
aal verarmde vloeistof een warmtewisselaar omvatten.

15 12. Inrichting volgens conclusie 10 of 11, met het
kenmerk, dat de inrichting middelen omvat voor het verbranden
van het brandbare gas onder oplevering van elektriciteit en
warmte.

20 13. Inrichting volgens conclusie 12, met het ken-
merk, dat de inrichting verder een warmtegeleidend oppervlak
omvat voor het aan ten minste één kamer overdragen van bij de
verbranding vrijgekomen warmte.

25 14. Inrichting volgens conclusie 13, met het ken-
merk, dat de eerste kamer de tweede kamer in de lengterich-
ting in hoofdzaak omgeeft, en het warmtegeleidende oppervlak
de eerste kamer in de lengterichting in hoofdzaak omgeeft.

10 06 404

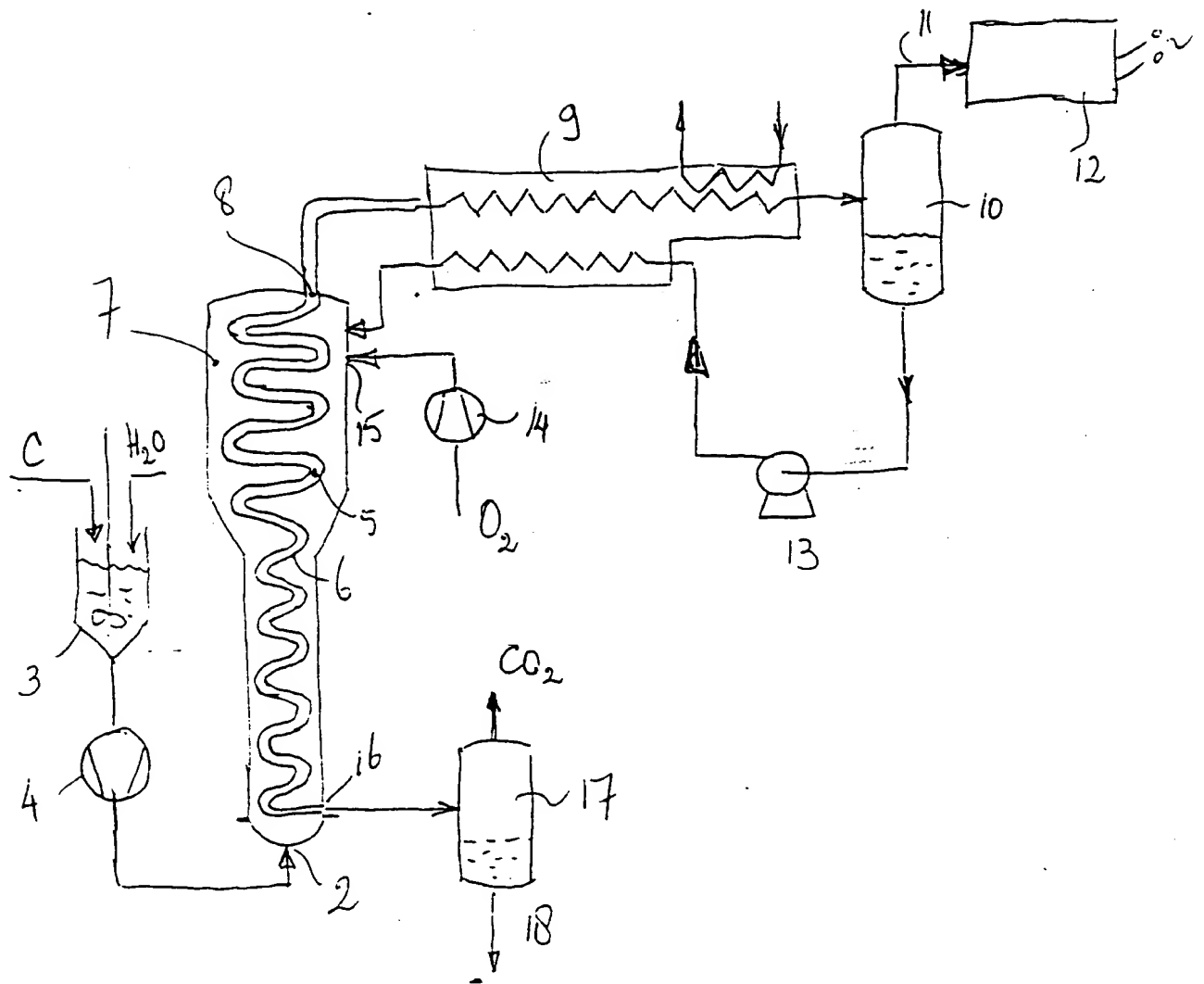


Fig. 1

10 06404

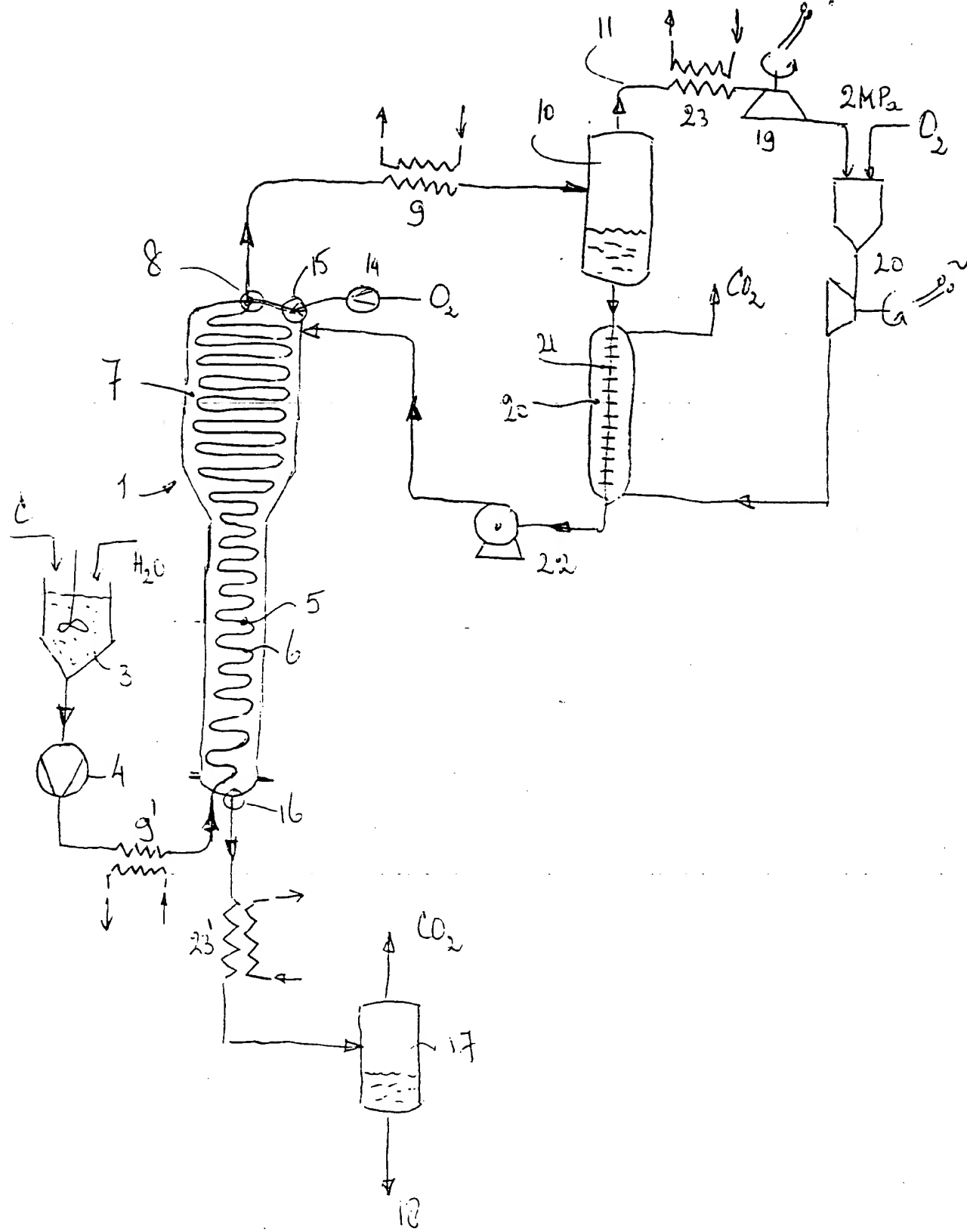


Fig. 2

9 II b

